

**Hydrodynamic bearing manufacturing method has 3-dimensional structure for providing hydrodynamic pressure formed by selective removal of coating layer via high energy machining beam**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE19950463  
Veröffentlichungsdatum : 2001-05-10  
Erfinder : WINTERHALTER OLAF (DE); OELSCH JUERGEN (DE)  
Anmelder : PREC MOTORS DEUTSCHE MINEBEA G (DE)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE19950463  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19991050463 19991020  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19991050463 19991020  
Klassifikationssymbol (IPC) : B23P13/00; B23P9/00; B23K26/00; F16C32/06  
Klassifikationssymbol (EC) : F16C33/10B2, B23K26/36, B23P9/00  
Korrespondierende Patentschriften ☐ JP2001159426

---

**Bibliographische Daten**

---

The bearing manufacturing method has the surface of one of the 2 cooperating rotationally symmetrical bearing parts, which define a concentric and/or coaxial bearing gap, provided with a 3-dimensional structure for providing a hydrodynamic pressure, by application of a uniform thickness coating layer (3), which is partially removed via a high energy machining beam (4), e.g. a laser beam.

---

Daten aus der [esp@cenet](mailto:esp@cenet) Datenbank - - I2

**BEST AVAILABLE COPY**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 50 463 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 23 P 13/00**  
B 23 P 9/00  
B 23 K 26/00  
F 16 C 32/06

②① Aktenzeichen: 199 50 463.6  
②② Anmeldetag: 20. 10. 1999  
④③ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

DE 199 50 463 A 1

- ⑦① Anmelder:  
Precision Motors Deutsche Minebea GmbH, 78549  
Spaichingen, DE
- ⑦④ Vertreter:  
Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131  
Lindau
- ⑦② Erfinder:  
Oelsch, Jürgen, Dipl.-Ing., 97618 Hohenroth, DE;  
Winterhalter, Olaf, Dipl.-Ing.(FH), 78736 Epfendorf,  
DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 09 367 A1  
DE 44 03 340 A1  
DE 43 16 012 A1

KAHLERT, H.-J.: Materialabtragung und  
Oberflächen-  
modifikation mit Excimerlasern. In: Technica,  
18, 1988, S.57-60;  
SCHÜRMANN, Hans: Lasercaving. In: Industrie-  
Anzeiger 84, 1989, S.40;  
GREGORY, Axel R.: Grundlage neuer Fertigungsver-  
fahren. In: Technische Rundschau 23/91, S.62-65;  
RÖHRLE, Manfred D.: Mit dem Laser den  
Ölverbrauch  
senken. In: Technica 22/97, S.19;  
PAUL, Heinrich, WISSENBACH, Konrad:  
Lasertechnolo-  
gien zur Oberflächenbehandlung von verschleiß-  
beanspruchten Maschinenbauteilen. In: Stahl und  
Eisen 14, 1994, Nr.1, S.39-42;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- ⑤④ Verfahren zur Herstellung eines Lagers für einen Spindelmotor und ein nach dem Verfahren hergestelltes Lager
- ⑤⑦ Hydrodynamisches Gleitlager und Verfahren zur Her-  
stellung eines hydrodynamischen Gleitlagers zur präzi-  
sen Drehführung eines elektromotorisch angetriebenen,  
mit hoher Drehzahl relativ zu einem feststehenden Stator  
umlaufenden Rotors, bestehend aus mindestens zwei im  
wesentlichen rotationssymmetrischen konzentrisch an-  
geordneten Teilen, die miteinander in Wirkverbindung  
stehen, derart, daß die äußere Hüllfläche des inneren  
Teils mit der inneren Hüllfläche des äußeren Teils zumin-  
dest bereichsweise einen dünnen konzentrischen und/  
oder coaxialen Spalt bildet, wobei mindestens eine der  
Hüllflächen - vorzugsweise die des rotierenden Teils - mit  
einer dreidimensionalen Struktur zur Erzeugung des hy-  
drodynamischen Druckes versehen ist.

DE 199 50 463 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Lagers für einen Spindelmotor nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Derartige Lager werden in Form von Gleit-, Roll- oder Kugellagern, aber auch in Form von Fluidlagern, für schnelldrehende Festplattenspeicher verwendet. Es handelt sich also um Miniaturlager für den Einsatz bei hohen Drehzahlen.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit der vereinfachten Herstellung eines Fluidlagers für derartige Spindelmotoren. Es ist hierbei bekannt, ein Fluidlager mit einem flüssigen oder einem gasförmigen Medium zu betreiben, wofür allgemein der Begriff "Fluid" verwendet wird.

Bisher ist es bekannt, die Lageroberflächen derartiger Fluidlager in einem relativ aufwendigem Verfahren zu bearbeiten, wobei insbesondere ein- oder mehrere Läpp-Prozesse verwendet werden oder - sofern es sich um Hohlager handelt, wird auch ein entsprechendes Hon-Verfahren verwendet.

Bei derartigen Fluidlagern ist es bekannt, Strukturen in die Lageroberflächen einzubringen, um die Trageigenschaften dieser Lager zu gewährleisten. Die Einbringung derartiger Strukturen erfolgt durch mechanisches Abtragen von Material von der präzise bearbeiteten Oberfläche oder durch plastisches Einformen, wobei also über Verdrängungsprozesse das Material im Bereich der Struktur verdrängt wird.

Nachteil der mechanischen Bearbeitungsprozesse ist jedoch, daß wegen der Verdrängung von Material bzw. der mechanischen Abtragung es auch zu Materialaufwerfungen im bearbeiteten Kantenbereich kommt, wobei diese Aufwerfungen dann relativ aufwendig wieder entfernt werden müssen.

Die abgetragenen Strukturen müssen nämlich in der Genauigkeit von etwa 1 Mikrometer liegen, was zu der Notwendigkeit führt, daß entsprechende Materialaufwerfungen entfernt werden müssen, weil sie die Genauigkeit beeinträchtigen.

Die Nachbearbeitungsschritte für ein derartig mechanisch bearbeitetes Fluidlager sind also relativ aufwendig, schwierig und erhöhen auch die Herstellungskosten dieses Fluidlagers.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Fluidlagers für Spindelmotoren so weiterzubilden, daß das Verfahren wesentlich einfacher ausgeführt werden kann, so daß die Herstellungskosten eines damit hergestellten Fluidlagers wesentlich verringert werden.

Ebenso hat sich die Erfindung die Aufgabe gestellt, ein nach dem Verfahren hergestelltes Fluidlager für Spindelmotoren möglichst kostengünstig, einfach und betriebssicher auszubilden.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist das Verfahren durch die technische Lehre des Anspruchs 1 gekennzeichnet.

Wesentliche Merkmale der Erfindung sind folgende Verfahrensschritte:

1. Hochgenaue Bearbeitung der Lageroberflächen eines Fluidlagers.
2. Beschichten der hochgenau bearbeiteten Lagerflächen des Fluidlagers mit einer Auftragsschicht.
3. Einbringen der gewünschten Lager- bzw. Oberflächenstrukturen durch stellenweise, kontrollierte Abtragung der Auftragsschicht durch einen energetischen Strahl.

Wesentliches Merkmal des erfindungsgemäßen Verfah-

rens ist also, daß man die Lagerstrukturen nicht mehr durch eine mechanische Bearbeitung einbringt, sondern daß man auf die präzise bearbeitete Oberfläche des Lagers zunächst eine im wesentlichen in sich geschlossene Auftragsschicht aufbringt und diese Auftragsschicht dann mit der gewünschten Oberflächenstruktur des späteren Lagers versieht, wobei die Oberflächenstruktur also durch ein partiell angreifendes Abtragverfahren erreicht wird.

Erfindungsgemäß können räumlich ausgebildete Lagerflächen, die insbesondere im Innenraum eines Hohlzylinders liegen, mittels eines Abtragstrahles so bearbeitet werden, daß sie die gewünschten Konturen für die Lagerung aufweisen. Die Struktur kann aber auch auf dem zylindrischen Gegenstück aufgebracht sein.

Das Lager ist dabei direkt oder indirekt am Rotor ausgebildet. Das Aufbringen der Auftragsschicht kann über verschiedene Prozesse erfolgen, insbesondere wird hierbei ein elektrolytisches Auftragen bevorzugt, d. h. im Falle eines aus Aluminium bestehenden Rotors kann eine Auftragsschicht aus einem Eloxal in einem naßchemischen Verfahren aufgebracht werden, wobei in an sich bekannter Weise die Eloxalschicht sowohl auf der Oberfläche des Rotors aufwächst, sich aber auch teilweise in die Oberfläche hinein erstreckt.

Es sind jedoch auch andere Auftragsverfahren vorgesehen, insbesondere das Auftragen einer Auftragsschicht durch übliche Beschichtungsverfahren, wie z. B. ein Auftragen mittels Elektronenstrahlen (Sputtern) oder andere, an sich bekannte, Auftragsverfahren. Zusammengefaßt läßt sich das erfindungsgemäße Verfahren etwa wie folgt wiedergeben.

Die Erfindung kann bei hydrodynamischen Gleitlagern, insbesondere hydrodynamischen Fluid oder Gaslager zur hochpräzisen Drehführung eines elektromotorisch angetriebenen, mit hoher Drehzahl relativ zu einem feststehenden Stator umlaufenden, Rotors (vorzugsweise als Antrieb von Festplatten in HDDs) Verwendung finden. Diese bestehen aus mindestens zwei im wesentlichen rotationssymmetrischen konzentrisch angeordneten Teilen, die miteinander in Wirkverbindung stehen, derart, daß die äußere Hüllfläche des inneren Teils mit der inneren Hüllfläche des äußeren Teils zumindest bereichsweise einen dünnen konzentrischen und/oder coaxialen Spalt bildet, wobei mindestens eine der Hüllflächen - vorzugsweise die des rotierenden Teils - mit einer dreidimensionalen Struktur zur Erzeugung des hydrodynamischen Druckes versehen ist, wobei das zur Herstellung der dreidimensionalen Struktur zunächst die Oberfläche des durch an sich bekannte mechanische Bearbeitungsverfahren wie Drehen, Fräsen, Schleifen o. ä. hergestellten Teils mit einer gleichmäßigen, wieder abtragbaren Schicht konstanter Dicke versehen wird und daß anschließend die gewünschte Struktur durch partielles Abtragen der Schicht, vorzugsweise durch Abtragen mittels Laser, wieder entfernt wird, wobei die Tiefe der so erzeugten Struktur im wesentlichen der Dicke der wiederabtragbaren Schicht entspricht. Die Tiefe der Struktur kann aber auch geringer sein als die Dicke der aufgetragenen Schicht. Vorteilhaft sollte sowohl der Absorptionsgrad der Schichtoberfläche einerseits, als auch Reflexionsgrad des freigelegten Untergrundes hoch in Bezug auf das verwendete Laserlicht sein.

Ferner sollte die Oberfläche der wiederabtragbaren Schicht besonders verschleißfest sein und einen niedrigen Reibwert besitzen.

In einer bevorzugten Ausführungsform besteht die wiederabtragbare Schicht aus einer DLC-Schicht [DLC steht für Diamond Like Carbon], also eine unter Verwendung von Kohlenwasserstoffgas entstandene, diamantartige Schicht mit überwiegend tetraedrischer Kristallstruktur. Die Ab-

scheidung auf der Oberfläche erfolgt durch an sich bekannte Verfahren, wie z. B. Plasma CVD-Verfahren.

Als Material für die Auftragsschicht werden deshalb sämtliche Materialien als erfindungswesentlich beansprucht, die für ein strahlgebundenes Abtragsverfahren geeignet sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch nicht auf ein Abtragen der Auftragsschicht mittels eines Lasers beschränkt. Es können auch andere energetische Abtragsverfahren verwendet werden, wie z. B. die Abtragung mittels eines Elektronenstrahles, eines hochenergetischen Röntgenstrahls, eines Ionenstrahls und dgl. mehr.

Die Dicke der Auftragsschicht beträgt hier bevorzugt etwa 3 bis 15 µm.

Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß mit der Verwendung eines hochenergetischen Abtragstrahles es in einfacher Weise möglich ist, nicht nur flächige Lagerflächen zu bearbeiten, sondern auch räumliche Lagerflächen, die insbesondere im Innenraum eines Hohlzylinders liegen, was mit anderen mechanischen Bearbeitungsverfahren nur sehr schwierig und zeitaufwendig möglich war.

Dies gilt auch für Kalottenlager, wo auf einer sphärisch gekrümmten Oberfläche ebenfalls die Strukturen mittels des Abtragsverfahrens eingebracht werden können. Mechanisch war dies nur sehr schwierig zu bewerkstelligen.

Die Erfindung ist nicht auf eine spezielle Formgebung eines Fluidlagers beschränkt; es können sämtliche, bekannte Formen eines Fluidlagers bearbeitet werden, um eben die gewünschten Strukturen der Oberfläche zu erhalten. Ebenso können verschiedene Auftragsverfahren zum Auftragen der Auftragschicht angewandt werden wie z. B. Sputtern, Eloxieren, Elektrolyse und dergleichen mehr.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander. Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung, offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungswege darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Es zeigen:

Fig. 1: Stark vergrößerter Schnitt durch einen Rotor mit einer Auftragsschicht in zwei verschiedenen Verfahrenszuständen;

Fig. 2: Ein Luftlager mit einem Rotor nach Fig. 1;

Fig. 3: Eine andere Ausführungsform eines Fluidlagers.

In Fig. 1 ist schematisiert und stark vergrößert ein Rotor 1 dargestellt, der zunächst wie aus dem linken Teil der Darstellung nach Fig. 1 ersichtlich eine glatte und hochgenau bearbeitete Oberfläche aufweist. Anzumerken ist dabei, daß die Darstellungen in den Figuren nicht zwingend maßstabsgetreu sind, sondern daß die Ausführungen lediglich prinzipielle Darstellungen widerspiegeln.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird auf diese präzise gearbeitete Oberfläche 2 eine Auftragsschicht 3 aufgebracht, die bevorzugt als Eloxalschicht aufgebracht wird. Die Aufbringung als Eloxalschicht in einem elektrochemischen Verfahren hat den Vorteil, daß die Schichtdicke (Tiefe 24) dieser Auftragsschicht 3 über die Oberfläche 2 des Rotors 1 relativ genau gesteuert werden kann, so daß also ein Aufbringen einer Eloxalschicht einer nachträglichen Aufbringung z. B. über eine Pulverbeschichtung wesentlich

überlegen ist. Es ist nicht erfindungswesentlich wie diese Eloxalschicht (Auftragsschicht 3) aufgebracht wird.

Nachdem also die Auftragsschicht 3 aufgebracht ist, bildet sie an ihrer Oberfläche die spätere Lageroberfläche 12.

Selbstverständlich kann diese Lageroberfläche 12 noch nachträglich behandelt werden, indem noch zusätzliche Härtings- und oder Beschichtungsprozesse stattfinden.

In der rechten Darstellung nach Fig. 1 ist ein weiterer Verfahrensschritt dargestellt, bei dem mittels eines hochenergetischen Strahles 4 (z. B. einem Laserstrahl) Ausnehmungen 5 in die Auftragsschicht 3 eingearbeitet werden.

Aufgrund der Strahlgeometrie werden diese Ausnehmungen 5 leicht konisch und nach oben hin geöffnet.

Dies bleibt jedoch gleichgültig für die vorliegende Erfindung, d. h. die Querschnittsform der Ausnehmungen 5 ist hierbei beliebig und es werden insbesondere zueinander parallele Wandungen der Ausnehmungen 5 bevorzugt.

Mittels des Strahles 4 wird die Auftragsschicht 3 also lokal entfernt, so daß sich die Ausnehmungen 5 bilden.

Es wird hierbei bevorzugt, wenn die Tiefe 24 der Ausnehmungen 5 bis auf die Oberfläche 2 des Rotors 1 reicht. Hierbei kommt dann die reflektierende Oberfläche 2 des Rotors 1 am Grund 25 der Ausnehmung 5 zum Vorschein, wobei dann der Abtragsprozeß beendet wird.

In Fig. 2 ist als Beispiel ein Fluidlager 13 dargestellt, welches aus einem Rotor 1 besteht, der in der Drehachse 7 drehbar ausgebildet ist und bspw. in Drehrichtung 17 in einer Ausnehmung eines feststehenden Stators 6 dreht.

Zur Bildung eines radialen Lagers kann hierbei über einander gegenüberliegende Kanäle 9 ein Druckmedium 10 eingeführt werden, welches sich in den Pfeilrichtungen 11 an den Lageroberflächen 12 des Rotors 1 verteilt.

Die vorher erwähnten Ausnehmungen 5 bilden nun Strukturen 8 auf der Lageroberfläche 12 des Rotors 1 und sind mit dem vorher beschriebenen Verfahren erzeugt.

Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsform eines Fluidlagers in einer Anwendung als Spindellager für Festplattenspeicher.

Hierbei besteht das Fluidlager 14 aus einer feststehenden Welle 15, die auf einer Grundplatte 16 befestigt ist. Die feststehende Welle 15 geht an ihrem oberen Ende in einen Wellenflansch 18 vergrößerten Durchmessers über.

Der Rotor 1 ist als Körper mit einer zur Rotationsachse 7 konzentrischen Öffnung ausgebildet, wobei der Öffnungsdurchmesser im unteren Bereich kleiner ist und dadurch einen Vorsprung 20' bildet. Dieser Vorsprung kann einstückig integraler Bestandteil des Rotors 1 sein oder als 20' durch eine zusätzlich in eine Rotoröffnung mit durchgehend gleichem Öffnungsdurchmesser eingebrachte Rotorhülse 20 ausgestaltet sein.

Es sind nun die Lagerflächen für ein radiales Lager 21 und für axiale Lager 22, 23 in Form von Ausnehmungen 5 wiederum an den rotierenden Teilen angeordnet, wodurch sich wiederum die Strukturen 8 ausbilden, die mit dem vorher beschriebenen Abtragsverfahren hergestellt wurden.

Vorteil dieses Spindellagers nach Fig. 3 ist, daß sowohl ein radiales als auch zwei axiale Lager 22, 23 durch einfache Einbringung der Ausnehmungen 5 an den rotierenden Lagerflächen vorgesehen sind und daß hiermit ein hochtragfähiges und hohe Drehzahlen bewältigendes Spindellager geschaffen wird.

#### Zeichnungslegende

- 1 Rotor
- 2 Oberfläche
- 3 Auftragsschicht
- 4 Strahl

- 5 Ausnehmung
- 6 Stator
- 7 Drehachse
- 8 Struktur
- 9 Kanal
- 10 Druckmedium
- 11 Pfeilrichtung
- 12 Lageroberfläche
- 13 Fluidlager
- 14 Fluidlager
- 15 Welle
- 16 Grundplatte
- 17 Drehrichtung
- 18 Wellenflansch
- 19 Ausnehmung
- 20 Rotorhülse
- 21 radiales Lager
- 22 axiales Lager
- 23 axiales Lager
- 24 Tiefe
- 25 Grund

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines hydrodynamischen Gleitlagers zur präzisen Drehführung eines elektromotorisch angetriebenen, mit hoher Drehzahl relativ zu einem feststehenden Stator umlaufenden Rotors, bestehend aus mindestens zwei im wesentlichen rotations-symmetrischen konzentrisch angeordneten Teilen, die miteinander in Wirkverbindung stehen, derart, daß die äußere Hüllfläche des inneren Teils mit der inneren Hüllfläche des äußeren Teils zumindest bereichsweise einen dünnen konzentrischen und/oder coaxialen Spalt bildet, wobei mindestens eine der Hüllflächen - vorzugsweise die des rotierenden Teils - mit einer dreidimensionalen Struktur zur Erzeugung des hydrodynamischen Druckes versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Herstellung der dreidimensionalen Struktur zunächst die Oberfläche (2) des Lagers mit einer gleichmäßigen, wiederabtragbaren Auftragsschicht (3) konstanter Dicke versehen wird, und daß anschließend die gewünschte Struktur durch partielles Abtragen der Auftragsschicht (3) mittels gebündelter Strahlung zumindest teilweise wieder entfernt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der so erzeugten Struktur (8) im wesentlichen der Dicke der wiederabtragbaren Auftragsschicht (3) entspricht.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der so erzeugten Struktur (8) kleiner als die Auftragsschicht (3) ist.
4. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß räumlich ausgebildete Lagerflächen, die insbesondere im Innenraum eines Hohlzylinders liegen, mittels Abtragstrahles (4) so bearbeitet werden, daß sie die gewünschten Konturen für die Lagerung aufweisen.
5. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf Kalottenlager mit sphärisch gekrümmten Oberflächen die Strukturen für die Lagerung mittels des Abtragstrahles (4) eingebracht werden können.
6. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß lokal eine kontrollierte Abtragung der Auftragsschicht (3) durch einen Laserstrahl mit Einbringung der gewünschten Lagerstrukturen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß lokal eine kontrollierte Abtragung der Auftragsschicht (3) durch einen Elektronenstrahl mit Einbringung der gewünschten Lagerstrukturen erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß lokal eine kontrollierte Abtragung der Auftragsschicht (3) durch einen Röntgenstrahl mit Einbringung der gewünschten Lagerstrukturen erfolgt.
9. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß lokal eine kontrollierte Abtragung der Auftragsschicht (3) durch einen Röntgenstrahl mit Einbringung der gewünschten Lagerstrukturen erfolgt.
10. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aufgebrachte Schicht durch das gewählte Abtragsverfahren partiell präziser und/oder wirtschaftlicher bearbeitbar ist, als das ursprüngliche Grundmaterial und zwar im Hinblick auf die einzubringende Oberflächenstruktur.
11. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auftragsschicht (3) durch Eloxieren aufgetragen wird.
12. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auftragsschicht (3) durch Sputtern aufgetragen wird.
13. Verfahren nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auftragsschicht (3) durch Elektrolyse aufgetragen wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---



